

Índices de capacidade para processos com distribuição não normal: um estudo de caso na indústria financeira

Liane Werner (PPGEP/UFRGS e DEST/UFRGS)

João Luis Sales de Azevedo (PPGEP/UFRGS)

Resumo

Para muitos gestores a avaliação da capacidade de processos não-normais ainda é desconhecido. Cada vez mais os responsáveis por processos aplicam métodos convencionais, para dados normais, em processos assimétricos o que distorce os resultados levando a interpretações errôneas sobre a capacidade de seus processos. Quando se avalia a estabilidade do processo e não se analisa sua capacidade, deixa-se de avaliar um dos fatores mais críticos: a habilidade do processo em produzir produtos conforme as especificações. Neste trabalho será abordado a medição da capacidade de processos não-normais para estimar os percentuais de não-conformes presentes em uma aplicação na indústria financeira. Ao realizar o estudo concluiu-se que o processo de recepção de documento não é capaz, nem realizando transformação de dados ou nem por meio de índices, como o de Clements (1989).

Palavras-chave: Índices de capacidade, capacidade não-normal, finanças

1 Introdução

Atualmente a concorrência e a competitividade entre as empresas exige a melhoria contínua dos processos e o aumento da qualidade dos produtos e serviços. Neste contexto, a utilização de técnicas estatísticas para acompanhamento caracterização e aumento da eficiência dos processos está sendo largamente utilizados com o objetivo de, não só de facilitar a identificação de problemas, mas também, de fornecer informações sobre as características atuais de determinado processo. Dentre as ferramentas mais usuais que estão sendo utilizado para medir a variabilidade de um processo, estão as cartas de controle. Além delas, a medição da capacidade deste processo em fornecer produtos e serviços dentro de especificações pré-definidas também é de grande importância.

Se um processo encontra-se sob controle estatístico, espera-se que existam somente causas comuns atuando sobre o processo, não impede que o mesmo processo apresente produtos fora das especificações definidas para tal. O Controle Estatístico de Processo (CEP) é um instrumento que provê este suporte, pois busca analisar a variação que os processos produtivos possam apresentar, separando variabilidade inerente ao processo (as causas comuns) das causas que geram variabilidade excessiva e que são oriundas da alguma anormalidade do processo (causas especiais) (MONTGOMERY, 2004). Atuar na redução da variabilidade é uma das prerrogativas mais importantes do CEP, mas além disso, é necessário obter dados e informações sobre a capacidade do processo em atender as expectativas de qualidade de seu cliente. O conhecimento da variabilidade do processo não permite saber se este é capaz de atender determinada característica desejada, para tanto, existem técnicas específicas para identificar se determinado processo é passível de atender tais requisitos, uma vez que sua variabilidade está previamente identificada.

Do ponto de vista de melhoria continua, a análise da capacidade de processos acaba sendo essencial, pois permite contribuir com a melhoria da qualidade e confiabilidade, redução dos custos associados com a má produção e aumento da satisfação do cliente, seja ele interno ou externo. O conhecimento do processo, através dos gráficos de controle e dos índices de capacidade, é essencial para a garantia da qualidade da empresa. Porém, como mencionando anteriormente, a avaliação singular da variabilidade não permite estimar a capacidade do processo em atender as necessidades do cliente. Para tanto, utiliza-se a avaliação da capacidade dos processos, que consiste na medição da relação entre a variabilidade natural do processo em relação à variabilidade que é permitida a esse processo, dada pelos limites de especificação (GONÇALVES ; WERNER, 2009), sendo possível assim, averiguar a habilidade do processo produzir itens conformes, mais especificamente, os que se encontram dentro dos limites de especificação do projeto.

Frente a estas colocações, o presente trabalho terá como foco a medição da capacidade de processos, especificamente aqueles que apresentam distribuição de dados não-normais, para tanto será abordado um exemplo prático na área de serviços financeiros de uma multinacional bancária. Pretende-se com este trabalho avaliar não só os métodos de análise de capacidade de processos não-normais, mas também, avaliar a aplicabilidade do controle estatístico de processos no campo de serviços, que é pouco explorado.

2 Estudo de Caso

O objeto de análise deste trabalho será a medição da capacidade de um processo em atender um determinado acordo de nível de serviço. A etapa escolhida dentro deste processo chama-se avaliação de crédito e tem por finalidade 1) receber a documentação de pessoas físicas interessadas em financiar um equipamento agrícola e 2) analisar esta documentação conforme critérios internos que preveem conformidade com a política de crédito e detecção de indícios de fraudes. Estrategicamente o acordo de nível de serviço para esta etapa é de quinze dias úteis contados a partir da data de chegada da documentação nas dependências da instituição. Os documentos chegam pelo departamento de recebimento, o qual registra a entrada da documentação, passando-os para a área de crédito. Neste momento, onde a documentação é disponibilizada a área de crédito, o acordo de nível de serviço para esta etapa do processo é iniciado, cabendo a estes a responsabilidade de analisar a documentação dentro dos quinze dias úteis.

Quando a documentação chega a área de crédito, ela ganha um código sequencial o qual passa a ser chamada de operação. Toda a rastreabilidade da operação é realizada por este número sequencial. Baseado em um banco de dados extraído do sistema foi possível identificar quando estas operações entraram para a etapa de avaliação de crédito e quando saíram da etapa. Uma operação pode ter dois fins, após a sua análise ter sido realizada: 1) Ser encaminhada para a área de formalização quando o resultado da avaliação de crédito for considerada satisfatória ou 2) ser encaminhada para a área comercial quando o resultado da avaliação for negativo ou seja, o perfil do cliente não esta de acordo com a política de liberação de crédito do banco.

Para este trabalho foi realizado um levantamento contemplando dois meses de operações que tiveram análises satisfatórias de acordo com a política de crédito definida pelo banco, o número total foi 235 operações. Visando realizar uma análise preliminar, o histograma do número de operações por dia útil foi construído e encontra-se na figura 1. Nesta análise inicial, percebe-se um comportamento assimétrico para o número de dias necessário para avaliação da documentação.

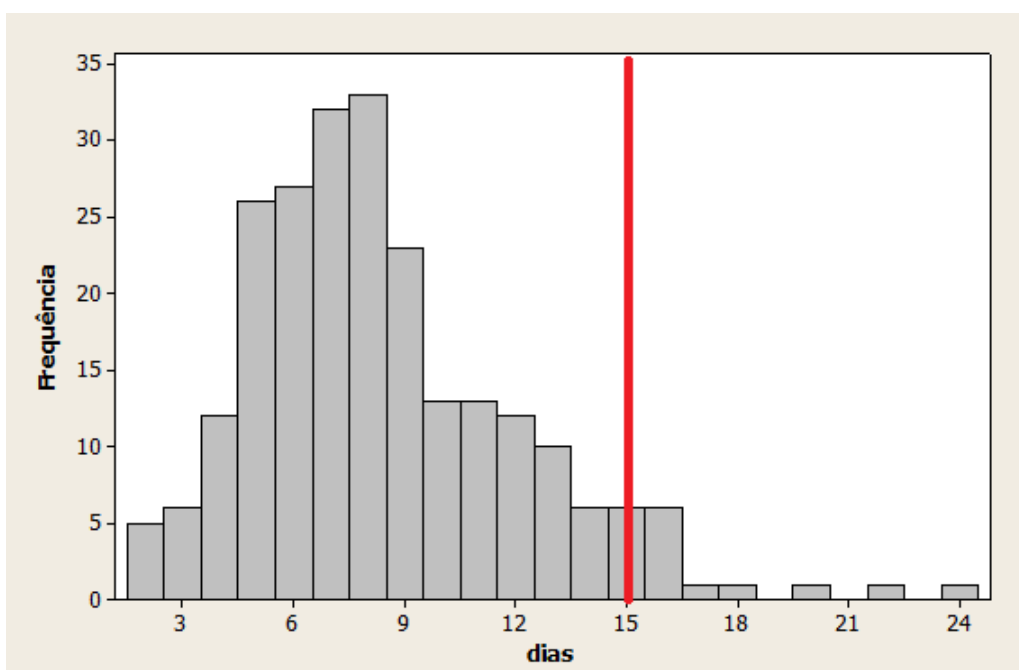


Figura 1 – Frequência de operações pelo número de dias úteis

Como os dados aparentam um comportamento assimétrico um framework adaptado das propostas de Werner e Belleza (2011) e Weber e Werner (2011), será usado para direcionar os procedimentos da avaliação da capacidade do processo em estudo, veja a figura 2.

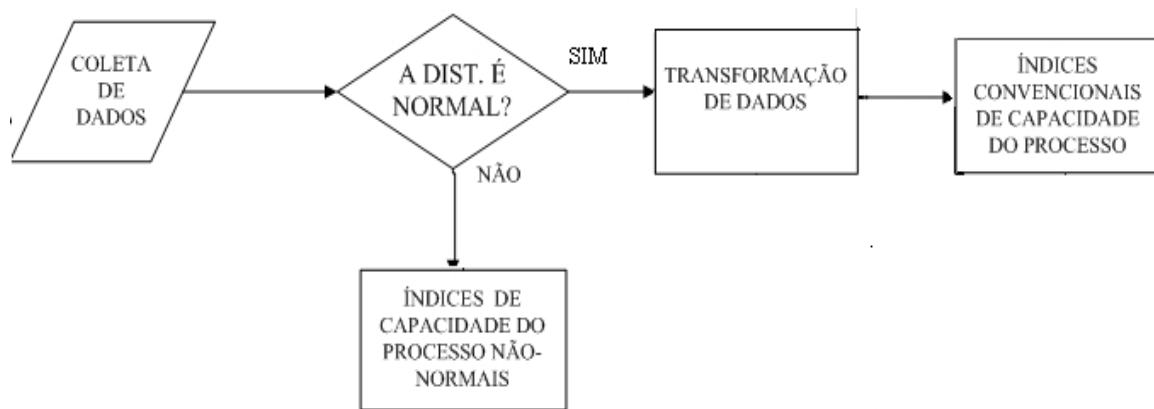


Figura 2 – Procedimento de análise da capacidade do processo [adaptado de: Belleza; Werner (2010) e Weber; Werner (2011)]

De posse dos 235 registros, procedeu-se a verificação do comportamento normal. O histograma apresentado na figura 1 fornece indícios de assimétrica, sendo assim foi realizado, no software Minitab v.16, o teste Anderson-Darling para averiguar a normalidade dos dados. Uma vez que o p-valor foi de inferior a 0,005, pode-se assumir que os dados não tem distribuição normal.

Dado a condição de não-normalidade, pode-se utilizar dois métodos para a análise da capacidade do processo em atender as especificações:

1) **Transformação dos dados**, que pode ser feita utilizando-se funções simples como a raiz quadrada ou o logaritmo. Existe um grande número de transformações possíveis, mas na prática não se sabe qual utilizar, tendo que testar várias até que se os dados se transformem conforme uma distribuição normal. Após obtém-se os índices mais conhecidos e difundidos são: Cp e Cpk (KANE,1986, KOTZ ; JONHSON, 2002). Neste estudo a transformação será realizada pelo método de Box-Cox, com posterior avaliação da capacidade utilizando os índices convencionais (dados normais).

2) **Usar índices de capacidade do processo para dados não normais**. Os índices de capacidade do processo específicos para dados não-normais, devem ser utilizados diretamente nos dados observados, como o de Clements (1989) que utiliza os percentis em substituição a variação do processo, ou Pearn; Chen (1997) que fazem uma generalização do índice C_{pm} e o índice de S_{pmk} de Chen e Ding (2001) que permite obter o percentual de não-conformes do processo. Neste estudo será usado o índice de Clements que pode ser facilmente obtido com o cálculo de percentis.

2.1 Transformação de dados pelo método Box-Cox

A facilidade e a praticidade de aplicação são uma de suas principais características do método de transformação proposto por Box e Cox, em 1964. Este método é largamente utilizado quando existe a necessidade de medição da capacidade de processos com dados não-normais. Na equação (1) a transformação dos dados segundo Box-Cox.

$$Y^\lambda = \begin{cases} \frac{Y^\lambda - 1}{\lambda} & \text{para } \lambda \neq 0 \\ \ln Y & \lambda = 0 \end{cases} \quad (1)$$

onde: λ é o fator de transformação de Box-Cox.

A figura 3 obtida com uso do Minitab v.16, apresenta o gráfico scree plot. Observa-se no gráfico a relação dos valores de λ e o desvio padrão das transformações, como o menor desvio-padrão obtido foi para λ igual a 0,2, esta estiamtiva passou a ser utilizada como fazer de transformação.

Com base na figura 3 a transformação a ser utilizada é a raiz quinta dos dados originais. Desta forma os dados foram transformados e para realizar a análise da capacidade do processo utilizou-se o índice Cpk, conforme a equação (2), uma vez que se tem apenas o limite superior desejado pela empresa, que é de quinze dias. O resultado para análise da capacidade do processo é dado apenas pelo Cpk.

$$Cpk = \min\left\{\frac{LSE - \hat{\mu}}{3\hat{\sigma}}; \frac{\hat{\mu} - LIE}{3\hat{\sigma}}\right\} = \min\left\{\frac{\sqrt{15} - 1,509}{3 \cdot 0,1335}; **\right\} = 0,52 \quad (2)$$

Analisando o índice obtido com os dados transformados verifica-se que o processo não é capaz, pois é inferior a 1,33.

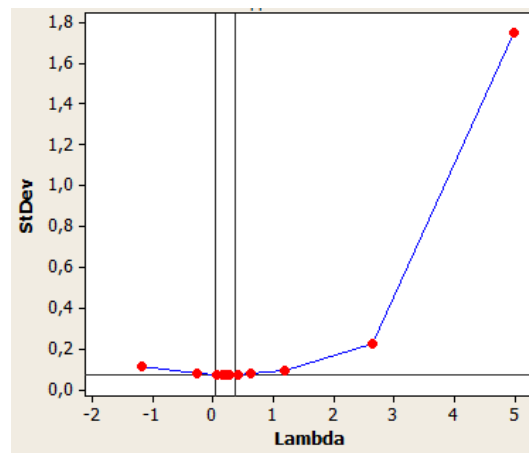


Figura 3 – Scree plot para diversos valores λ

2.2 Aplicação de Índices para dados não normais

A outra maneira de obter a capacidade de processo para dados não-normais é por meio de índices específicos. O primeiro a ser desenvolvido foi o de Clements (1989) que considera a variabilidade do processo por meio de percentis específicos, os que são equivalentes a seis desvios-padrões da distribuição normal. Como neste estudo tem-se apenas o limite superior de especificação, pois deseja-se que o tempo de análise da documentação não ultrapasse 15 dias. Calculou-se apenas o $C'pk$, dado pela equação (3).

$$C'pk = \min\left\{\frac{LSE - M}{F_{99,865} - M}; \frac{M - LIE}{M - F_{0,135}}\right\} = \min\left\{\frac{15 - 8}{23,368 - 8}; **\right\} = 0,46 \quad (3)$$

onde: LSE é o limite superior de especificação; LIE é o limite inferior de especificação; M é a mediana e $F\alpha$ é o α -ésimo percentil da distribuição que representa o processo.

Da mesma forma que no método anterior, ao analisar o índice obtido, verifica-se que o processo não é capaz, pois apresenta um valor inferior ao desejado, conforme a literatura, para considerar o processo capaz.

3 Resultados e Conclusões

Quando se tem dados que não apresentam normalidade é importante buscar por alternativas, no caso da análise da capacidade do processo duas formas podem ser usadas, transformar os dados e depois calcular os índices convencionais ou calcular os índices específicos para esta situação.

Este estudo abordou o processo de recebimento de documentação para análise e concessão de crédito. O referido processo consiste de um procedimento do tipo nominal é melhor, tendo como limite de especificação superior 15 dias úteis.

Os resultados encontrados para a capacidade do processo mostrou um processo não é capaz de atender as exigências estratégicas. Por meio da transformação de dados obteve-se um $Cpk = 0,52$ e pelo método de Clements o índice equivalente $C'pk = 0,46$.

Com base nestes resultados percebe-se que é possível captar a falta de capacidade do processo utilizando as duas maneiras de análise e mais fundamental é que, pode-se avaliar o quão ruim o processo está, porém ao utilizar uma distribuição normal este comportamento poderia passar despercebido, devido aos altos valores que levariam a uma média superior e também a índices superiores, dando ideia de que o processo poderia ser capaz.

A aplicação dos métodos de análise de capacidade de processos normais não é adequada quando trata-se uma base de dados não-normal, pois a estimação do percentual de itens fora das especificações certamente não contempla a realidade, sendo necessária a aplicação de algum método de análise coerente com a natureza dos dados. Estudos apresentados por Somerville e Montgomery (1996) demonstraram claras diferenças nos resultados estimados. Além disso, a tomada de decisão deve ser feita com base em dados confiáveis que reflitam a real situação do processo.

Referências Bibliográficas

- CHEN, J. P.; DING, C. G. 2001. A new process capability index for non-normal distributions. *The International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 18 n. 6-7, p. 762-770.
- CLEMENTS, J. A. 1989. Process capability calculations for non-normal distributions. *Quality Progress*, 22, 95-100.
- GONÇALEZ, P.U.; WERNER, L. 2009, Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais, *Gestão e Produção*, v. 16, n.1.
- KANE, V. E. 1986. Process Capability Indices. *Journal of Quality Technology*, v. 18, n.1, p. 41-52.
- KOTZ, S.; JOHNSON, N.L. 2002. Process capability indices - a review, 1992-2002, *Journal of Quality Technology*, v.34, n.1, p.2-19.
- MONTGOMERY, D.C. 2004. Introdução ao controle estatístico de qualidade. 4.Ed. Rio de Janeiro: LTC.
- PEARN, W. L.; CHEN, K. S. 1997. Capability indices for non-normal distributions with an application in electrolytic capacitor manufacturing. *Microelectronics Reliability*, v. 37 n. 12, p. 1853-1858.
- SOMERVILLE, S.E .; MONTGOMERY, D.C. 1996-97. Process Capability Indices and Non-Normal Distributions, *Quality Engineering*, v.9 n.2, p.305-316.
- WEBER, H.H.; WERNER, L. 2011. Índices de capacidade do processo para dados não-normais: um estudo do consumo de água em uma indústria. In: I Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, PR.
- WERNER, L. BELLEZA, M.R. 2011. Framework para análise da capacidade do processo: foco em dados não-normais. In: XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Ubatuba, SP